

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-352649

(P 2000-352649A)

(43)公開日 平成12年12月19日(2000.12.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G02B 7/02		G02B 7/02	C 2H044
7/10		7/10	Z 2H087
15/20		15/20	

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全10頁)

(21)出願番号 特願平11-162573

(22)出願日 平成11年6月9日(1999.6.9)

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 伊藤 孝之

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)発明者 尾崎 弘康

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(74)代理人 100083286

弁理士 三浦 邦夫

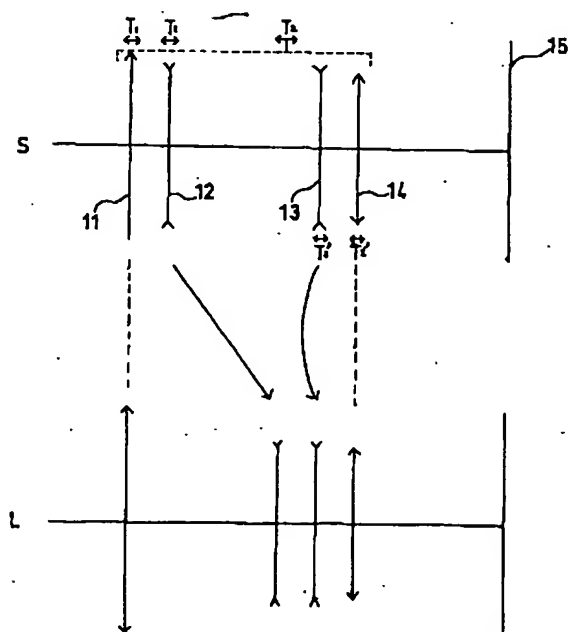
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズームレンズ系及びズームレンズ系の調整方法

(57)【要約】

【目的】 3群以上のレンズ群を有するズームレンズ系において、ズーム調整を機械的に正確に行うことができるズームレンズ系を得る。

【構成】 少なくとも3つのレンズ群とを、それぞれ組立調整時に光軸方向に機械的に位置調整可能としたズームレンズ系。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系において、

少なくとも3つのレンズ群とを、それぞれ組立調整時に光軸方向に機械的に位置調整可能としたことを特徴とするズームレンズ系。

【請求項2】 3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系において、

最も物体側の第1レンズ群と、全レンズ群または最も像側に位置するレンズ群と、ズーミング中に移動したまたは移動しない変倍レンズ群とを、それぞれ組立調整時に光軸方向に機械的に位置調整する独立した3つの位置調整機構を備えたことを特徴とするズームレンズ系。

【請求項3】 3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系であって、

最も物体側の第1レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第1の調整機構と、全レンズ群または最も像側に位置するレンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第2の調整機構と、ズーミング中に移動したまたは移動しない変倍レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第3の調整機構とを備えたズームレンズ系において、

上記第1の調整機構と第2の調整機構を用いて、短焦点距離端と長焦点距離端の両端の焦点距離における焦点位置がカメラのピント位置に一致するように補正する第1ステップ；上記中間焦点距離における焦点移動量を測定し、上記第3の調整機構を用いて、上記短焦点距離端、長焦点距離端、及び中間焦点距離における焦点位置が次の第3ステップにおける調整で一致するように調整する第2ステップ；及び再び上記第1の調整機構と第2の調整機構を用いて、短焦点距離端と長焦点距離端の両端の焦点距離における焦点位置がカメラのピント位置に一致するように補正する第3ステップ；を有することを特徴とするズームレンズ系の調整方法。

【請求項4】 請求項3記載の調整方法において、次の条件式(1)を満足するズームレンズ系の調整方法。

$$(1) 0.01 < |\Delta P(f_i) / \Delta t_3| < 0.9$$

但し、

Δt_3 ；第3の調整機構による調整量、

$\Delta P(f_i)$ ；短焦点距離端と長焦点距離端の焦点位置をカメラのピント面に一致させた後の中間焦点距離での焦点移動量。

【請求項5】 3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系であって、

最も物体側の第1レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第1の調整機構と、全レンズ群または最も

像側に位置するレンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第2の調整機構と、ズーミング中に移動したまたは移動しない変倍レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第3の調整機構とを備えたズームレンズ系において、

短焦点距離端(f_s)、中間焦点距離(f_M)、及び長焦点距離端(f_L)の各焦点距離における焦点移動 ΔP

(f_i)、 $\Delta P(f_i)$ 、及び $\Delta P(f_i)$ を測定するステップ；これらの測定値 $\Delta P(f_s)$ 、 $\Delta P(f_M)$ 、及び $\Delta P(f_L)$ と、上記第1、第2、第3の調整機構による式4の

感度マトリックスAを及び式5を用いて、該第1、第2、第3の調整機構による調整量 Δt_1 、 Δt_2 、及び Δt_3 を演算するステップ；及び上記第1、第2、第3の調整機構によりそれぞれのレンズ群に調整量 Δt_1 、 Δt_2 、及び Δt_3 を与えるステップ；を有することを特徴とするズームレンズ系の調整方法。

【式4】

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial Pc(f_s)}{\partial t_1} & \frac{\partial Pc(f_s)}{\partial t_2} & \frac{\partial Pc(f_s)}{\partial t_3} \\ \frac{\partial Pc(f_M)}{\partial t_1} & \frac{\partial Pc(f_M)}{\partial t_2} & \frac{\partial Pc(f_M)}{\partial t_3} \\ \frac{\partial Pc(f_L)}{\partial t_1} & \frac{\partial Pc(f_L)}{\partial t_2} & \frac{\partial Pc(f_L)}{\partial t_3} \end{pmatrix}$$

【式5】

$$\begin{pmatrix} \Delta t_1 \\ \Delta t_2 \\ \Delta t_3 \end{pmatrix} = -A^{-1} \begin{pmatrix} P(f_s) \\ P(f_M) \\ P(f_L) \end{pmatrix}$$

(ただし、 $|A| \neq 0$)

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、3群以上のレンズ群を有するズームレンズ系に関し、特にズーム調整を機械的に正確に行うことができるズームレンズ系及びその調整方法に関する。

【0002】

【従来技術及びその問題点】ズームレンズ系では、ズーミングによっても像面が移動せず、かつその像面をフィルム面(撮像面)に一致させるズーム調整を不可欠とする。厳密には、ズーミングによって像面移動が生じないようにする調整をズーム調整、その像面位置をフィルム面(撮像面)に一致させる調整をバック調整と呼ぶが、本明細書では、両者を含んでズーム調整と呼ぶ。従来、このズーム調整は、ズームレンズ系の組立調整時に、構成レンズ群の位置を機械的に調整して行ってきた。

【0003】一方、構成レンズ群の位置をバルス管理できる最近のズームレンズ系では、各焦点距離及び被写体

距離毎に、ズーム調整量をROMに記憶しておき、シャッターリリースボタンを押した撮影時に、焦点距離情報と被写体距離情報にこのズーム調整量を加味して、構成レンズ群の移動位置を制御することが行われている。このようなズームレンズ系は、機械的なズーム調整が不要という利点がある。

【0004】しかし、交換レンズのように、レンズ単体で販売されるズームレンズ系では、機械的な調整機構に頼らざるを得ない。従来のズームレンズ系では、短焦点距離端と長焦点距離端の両端の焦点距離における焦点移動を、機械的な2カ所の調整箇所を用いて補正することが行われてきたが、中間の焦点距離での焦点移動を良好に補正することはできなかった。特に、焦点深度の浅いズームレンズ系では、中間焦点距離での焦点移動が問題になる。

【0005】

【発明の目的】本発明は、特に3群以上のレンズ群を有するズームレンズ系を対象として、ズーム調整を機械的に正確に行うことができるようにすることを目的とする。

【0006】

【発明の概要】本発明は、その第一の態様によると、3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系において、少なくとも3つのレンズ群とを、それぞれ組立調整時に光軸方向に機械的に位置調整可能としたことを特徴としている。

【0007】本発明は、別の表現によると、3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系において、最も物体側の第1レンズ群と、全レンズ群または最も像側に位置するレンズ群と、ズーミング中に移動したまたは移動しない変倍レンズ群とを、それぞれ組立調整時に光軸方向に機械的に位置調整する独立した3つの位置調整機構を備えたことを特徴としている。

【0008】本発明は、調整方法の態様によると、3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系であって、最も物体側の第1レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第1の調整機構と、全レンズ群または最も像側に位置するレンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第2の調整機構と、ズーミング中に移動したまたは移動しない変倍レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第3の調整機構とを備えたズームレンズ系において、第1の調整機構と第2の調整機構を用いて、短焦点距離端と長焦点距離端の両端の焦点距離における焦点位置がカメラのピント位置に一致するように補正する第1ステップ；中間焦点距離における焦点移動量を測定し、第3の調整機構を用いて、短焦点距離端、長焦点距離端、及び中間焦点距離における焦点位

置が次の第3ステップにおける調整で一致するように調整する第2ステップ；及び再び第1の調整機構と第2の調整機構を用いて、短焦点距離端と長焦点距離端の両端の焦点距離における焦点位置がカメラのピント位置に一致するように補正する第3ステップ；を有することを特徴としている。

【0009】この調整方法の態様においては、次の条件式(1)を満足することが好ましい。

$$(1) 0.01 < |\Delta P(f_i) / \Delta t_3| < 0.9$$

10 但し、

Δt_3 ；第3の調整機構による調整量、

$\Delta P(f_i)$ ；短焦点距離端と長焦点距離端の焦点位置をカメラのピント面に一致させた後の中間焦点距離での焦点移動量、である。

【0010】本発明は、調整方法の別の態様によると、3群以上のレンズ群を備え、ズーミング中に3群以上のレンズ群の2以上のレンズ群間隔が変化するズームレンズ系であって、最も物体側の第1レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第1の調整機構と、全レンズ群または最も像側に位置するレンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第2の調整機構と、ズーミング中に移動したまたは移動しない変倍レンズ群の光軸方向の位置を組立調整時に調整する第3の調整機構とを備えたズームレンズ系において、短焦点距離端(f_s)、中間焦点距離(f_i)、及び長焦点距離端(f_L)の各焦点距離における焦点移動 $\Delta P(f_s)$ 、 $\Delta P(f_i)$ 、及び $\Delta P(f_L)$

(f_i)を測定するステップ；これらの測定値 ΔP

(f_s)、 $\Delta P(f_i)$ 、及び $\Delta P(f_L)$ と、上記第1、第2、第3の調整機構による式4の感度マトリックスA及び式5を用いて、該第1、第2、第3の調整機構による調整量 Δt_1 、 Δt_2 、及び Δt_3 を演算するステップ；及び第1、第2、第3の調整機構によりそれぞれのレンズ群に調整量 Δt_1 、 Δt_2 、及び Δt_3 を与えるステップ；を有することを特徴としている。

【式4】

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial P_c(f_s)}{\partial t_1} & \frac{\partial P_c(f_s)}{\partial t_2} & \frac{\partial P_c(f_s)}{\partial t_3} \\ \frac{\partial P_c(f_i)}{\partial t_1} & \frac{\partial P_c(f_i)}{\partial t_2} & \frac{\partial P_c(f_i)}{\partial t_3} \\ \frac{\partial P_c(f_L)}{\partial t_1} & \frac{\partial P_c(f_L)}{\partial t_2} & \frac{\partial P_c(f_L)}{\partial t_3} \end{pmatrix}$$

【式5】

$$\begin{pmatrix} \Delta t_1 \\ \Delta t_2 \\ \Delta t_3 \end{pmatrix} = -A^{-1} \begin{pmatrix} P(f_s) \\ P(f_i) \\ P(f_L) \end{pmatrix}$$

(ただし、 $|A| \neq 0$)

【0011】

【発明の実施形態】図1は、本発明によるズームレンズ系の調整方法の第一の実施形態を示す概念図である。このズームレンズ系は、物体側から順に、ズーミング時に移動せずフォーカシング時に移動する第1レンズ群（フォーカスレンズ群）11、ズーミング時に移動する変倍レンズ群（第2、第3レンズ群）12、13、及び常時固定の第4レンズ群14からなっている。短焦点距離端（S）から長焦点距離端（L）へのズーミングに際しては、第2レンズ群12が単調に物体側から像側に移動し、第3レンズ群13が一旦物体側に移動してから像側に移動する。15はカメラのピント面位置（設計上の像面位置）を示す。

【0012】このズームレンズ系は、組立調整時に、第1レンズ群11の光軸方向位置を調整する第1の調整機構T1、第1レンズ群11～第4レンズ群14の全体の光軸方向位置を調整する第2の調整機構T2、及び第2レンズ群12の光軸方向位置を調整する第3の調整機構T3を備えている。第2の調整機構T2に代えて、第4レンズ群14の移動機構を第2の調整機構T2'とすることができ、また、第3の調整機構は、第3レンズ群13を移動させる機構T3'でもよい。第4レンズ群14は、光軸方向に移動させると、ズームレンズ系全体の焦点位置が光軸方向に移動するレンズ群である。第1レンズ群11は、組立調整時に光軸方向に適当量移動させると、短焦点距離端と長焦点距離端の焦点位置を一致させることができ、第2レンズ群12と第3レンズ群13はいずれも、組立調整時に光軸方向に移動させると、中間焦点距離での焦点位置を補正する作用がある。

【0013】図2は、本発明によるズームレンズ系の調整方法の第二の実施形態を示す概念図である。このズームレンズ系は、物体側から順に、ズーミング時及びフォーカシング時に移動する第1レンズ群21、常時固定の第2レンズ群22、ズーミング時に移動する第3、第4レンズ群23、24からなっている。短焦点距離端（S）から長焦点距離端（L）へのズーミングに際しては、第1レンズ群21が単調に像側から物体側に移動し、第3レンズ群23、第4レンズ群24が像側から物体側に移動する。

【0014】このズームレンズ系は、組立調整時に、第1レンズ群21の光軸方向位置を調整する第1の調整機構T1、第1レンズ群21～第4レンズ群24の全体の光軸方向位置を調整する第2の調整機構T2、及び第2レンズ群22の光軸方向位置を調整する第3の調整機構T3を備えている。第3の調整機構T3に代えて、第3レンズ群23の移動機構を第3の調整機構T3'とすることができ、第1レンズ群21は、組立調整時に光軸方向に適当量移動させると、短焦点距離端と長焦点距離端の焦点位置を一致させることができ、第2レンズ群22と第3レンズ群23はいずれも、組立調整時に光軸方

向に移動させると、中間焦点距離での焦点位置を補正する作用がある。

【0015】図3は、本発明によるズームレンズ系の調整方法の第三の実施形態を示す概念図である。このズームレンズ系は、物体側から順に、ズーミング時及びフォーカシング時に移動する第1レンズ群31、ズーミング時に移動する第2レンズ群32、常時固定の第3レンズ群33、及びズーミング時に移動する第4レンズ群34からなっている。短焦点距離端（S）から長焦点距離端（L）へのズーミングに際しては、第1レンズ群31と第4レンズ群34が像側から物体側に移動し、第2レンズ群32が像側から物体側に移動する。

【0016】このズームレンズ系は、組立調整時に、第1レンズ群31の光軸方向位置を調整する第1の調整機構T1、第1レンズ群31～第4レンズ群34の全体の光軸方向位置を調整する第2の調整機構T2、及び第2レンズ群32の光軸方向位置を調整する第3の調整機構T3を備えている。第3の調整機構T3に代えて、第3レンズ群33の移動機構を第3の調整機構T3'とすることができる。第1レンズ群31は、組立調整時に適当量光軸方向に移動させると、短焦点距離端と長焦点距離端の焦点位置を一致させることができ、第2レンズ群32と第3レンズ群33はいずれも、組立調整時に光軸方向に移動させると、中間焦点距離での焦点位置を補正する作用がある。

【0017】このような3群以上のレンズ群を有するズームレンズ系において、ズーム調整は、次の第1または第2の方法によって行う。

第1の方法

ステップ1．長焦点距離端の焦点距離において、設計上の像面（カメラのピント位置）におけるピント状態を観察しながら第1の調整機構T1を用いてT1調整群を移動させ、ズームレンズ系の焦点位置を像面に一致させる。

ステップ2．短焦点距離端の焦点距離において、像面におけるピント状態を観察しながら第2の調整機構T2を用いてT2調整群を移動させ、ズームレンズ系の焦点位置を像面に一致させる。

ステップ3．長焦点距離端と短焦点距離端の両方の焦点距離において焦点位置が像面に一致するまで上記ステップ1とステップ2を繰り返す（ステップ1とステップ2はどちらを先に行ってもよい）。

ステップ4．特定の予め定めた中間焦点距離における焦点位置の像面からのずれ量 $\Delta P(f_i)$ を測定する。

ステップ5．次式1、2及び3に基づき、第3の調整機構T3を用いたT3調整群の移動量 $\Delta T3$ を演算する。

【式1】

$$\Delta T3 = -P(f_i) / \Delta P_c(f_i)$$

【式2】

$$\Delta P_c(f_M) = \left. \frac{\partial P(f_M)}{\partial t_3} \right|_{t_3=1} + \Delta t_1 \frac{\partial P(f_M)}{\partial t_1} + \Delta t_2 \frac{\partial P(f_M)}{\partial t_2}$$

【式3】

$$\begin{pmatrix} \Delta t_1 \\ \Delta t_2 \end{pmatrix} = -B^{-1} \begin{pmatrix} \left. \frac{\partial P(f_S)}{\partial t_3} \right|_{t_3=1} \\ \left. \frac{\partial P(f_L)}{\partial t_3} \right|_{t_3=1} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} \frac{\partial P(f_S)}{\partial t_1} & \frac{\partial P(f_S)}{\partial t_2} \\ \frac{\partial P(f_L)}{\partial t_1} & \frac{\partial P(f_L)}{\partial t_2} \end{pmatrix}$$

Δt_1 はT3調整群を $\Delta T3=1$ だけ移動させたときに発生する焦点移動を短焦点距離端と長焦点距離端で像面に一致させるために必要なT1調整群の移動量。 Δt_2 はT3調整群を $\Delta T3=1$ だけ移動させたときに発生する焦点移動を短焦点距離端と長焦点距離端で像面に一致させるために必要なT2調整群の移動量。 $\Delta P_c(f_i)$ は中間焦点距離膨らみ補正感度(T3調整群を $\Delta T3=1$ だけ移動させることにより発生する焦点移動を、調整機構T1及びT2を用いて補正したとき、中間焦点距離において発生する焦点位置の像面からのずれ量がこの中間焦点距離膨らみ感度に相当する)。

ステップ6. 第3の調整機構によりT3調整群に調整量 $\Delta T3$ を与える。

ステップ7. 短焦点距離端と長焦点距離端の両方の焦点距離において焦点位置が像面に一致するまで上記ステップ1とステップ2を繰り返す。

【0018】第2の方法

ステップ1. 短焦点距離端(f_s)、中間焦点距離(f_i)、及び長焦点距離端(f_L)の各焦点距離における焦点移動(像面位置15からのずれ量) $\Delta P(f_s)$ 、 $\Delta P(f_i)$ 、及び $\Delta P(f_L)$ を測定する。

ステップ2. これらの測定値 $\Delta P(f_s)$ 、 $\Delta P(f_i)$ 、及び $\Delta P(f_L)$ と、第1の調整機構T1、第2の調整機構T2またはT2'、及び第3の調整機構T3またはT3'による次式4の感度マトリックスA及び次式5を用いて、該第1、第2、第3の調整機構による調整量 Δt_1 、 Δt_2 、及び Δt_3 を演算する。

【式4】

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial P_c(f_s)}{\partial t_1} & \frac{\partial P_c(f_s)}{\partial t_2} & \frac{\partial P_c(f_s)}{\partial t_3} \\ \frac{\partial P_c(f_M)}{\partial t_1} & \frac{\partial P_c(f_M)}{\partial t_2} & \frac{\partial P_c(f_M)}{\partial t_3} \\ \frac{\partial P_c(f_L)}{\partial t_1} & \frac{\partial P_c(f_L)}{\partial t_2} & \frac{\partial P_c(f_L)}{\partial t_3} \end{pmatrix}$$

【式5】

$$\begin{pmatrix} \Delta t_1 \\ \Delta t_2 \\ \Delta t_3 \end{pmatrix} = -A^{-1} \begin{pmatrix} P(f_s) \\ P(f_M) \\ P(f_L) \end{pmatrix} \quad (\text{ただし、}|A| \neq 0)$$

ステップ3. 第1、第2、第3の調整機構T1、T2、T3によりそれぞれのレンズ群に調整量 Δt_1 、 Δt_2 、及び Δt_3 を与える。

【0019】次に具体例について説明する。

【具体例1】表1は、図1のズームレンズ系に対応する具体例1のズームレンズデータである。S、M、Lはそれぞれ短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端、fは焦点距離、FNOはFナンバーである。

【表1】

全系のデータ

	S	M	L
f=	12.87	40.00	63.00
FNO=	2.0	2.0	2.0

各群のデータ

群No.	各群 f	各群倍率		
		S	M	L
1	91.973	0.000	0.000	0.000
2	-21.018	-0.376	-0.940	-1.547
3	-39.804	0.313	0.389	0.372
4	31.064	-1.191	-1.191	-1.191

各群ピント感度

	S	M	L
1	0.020	0.190	0.470
2	0.119	0.025	-0.273
3	1.280	1.204	1.222
4	-0.418	-0.418	-0.418

【0020】以上のズームレンズ系において、第1群はT1調整群(第1の調整機構T1)、第2群はT3調整群(第3の調整機構T3)であり、全レンズ群がT2調整群(第2の調整機構T2)である。このズームレンズ系において、上記第1の方法と第2の方法は、次のよう

50 に具体的に実行される。

第1の方法

1. ステップ1ないしステップ3を実行して、長焦点距離端と短焦点距離端の像面位置を一致させた後、中間焦点距離における焦点ずれ量を測定する。

$$\Delta P(f_i) = 0.082$$

2. 式1、2及び3に基づき、T3調整群移動量 $\Delta T3$ を求める。

$$\Delta T3 = -1.517$$

このときの中間焦点距離膨らみ補正感度 $\Delta P_c(f_i)$

は、

$$\Delta P_c(f_i) = 0.054$$

であった。

3. 第3の調整機構T3によりT3調整群に調整量 $\Delta T3$ を与える。

4. 短焦点距離端と長焦点距離端の両方の焦点距離において焦点位置が像面に一致するまで上記ステップ1とステップ2を繰り返す。

【0021】第2の方法

1. 短焦点距離端(S)、中間焦点距離(M)及び長焦点距離端(L)の焦点位置(像面位置15からのずれ量) $\Delta P(f_i)$ 、 $\Delta P(f_i)$ 及び $\Delta P(f_i)$ を測定する。

$$\Delta P(f_i) = 0.129$$

$$\Delta P(f_i) = 0.400$$

$$\Delta P(f_i) = 0.630$$

2. 上記式4及び5を用い、T1調整量 $\Delta t1$ 、T2調整量 $\Delta t2$ 及びT3調整量 $\Delta t3$ を求める。

$$T1 \text{ 調整量 } \Delta t1 = -2.437$$

$$T2 \text{ 調整量 } \Delta t2 = 0.100$$

$$T3 \text{ 調整量 } \Delta t3 = -1.517$$

3. T1調整群、T2調整群及びT3調整群をこの調整量だけ移動させる。

【0022】[具体例2]表2は、図2のズームレンズ系に対応する具体例2のズームレンズデータである。

【表2】

全系のデータ

	S	M	L
f=	82.43	200.00	309.98
FNO=	4.5	5.3	5.7

各群のデータ

群No. 各群 f

各群倍率

S M L

1	150.066	0.000	0.000	0.000
2	-30.844	-0.318	-0.622	-0.868
3	43.779	-2.262	-2.821	-3.142
4	3405.256	0.764	0.759	0.757

各群ピント感度

S M L

10	1	0.302	1.774	4.262
	2	2.685	2.811	1.395
	3	-2.403	-4.008	-5.084
	4	0.416	0.424	0.427

【0023】以上のズームレンズ系において、第1群はT1調整群(第1の調整機構T1)、第2群はT3調整群(第3の調整機構T3)であり、全レンズ群がT2調整群(第2の調整機構T2)である。このズームレンズ系において、上記第1の方法と第2の方法は、次のように具体的に実行される。

第1の方法

1. ステップ1ないしステップ3を実行して、長焦点距離端と短焦点距離端の像面位置を一致させた後、中間焦点距離における焦点ずれ量を測定する。

$$\Delta P(f_i) = 0.330$$

2. 式1、2及び3に基づき、T3調整群移動量 $\Delta T3$ を求める。

$$\Delta T3 = -0.545$$

このときの中間焦点距離膨らみ補正感度 $\Delta P_c(f_i)$

は、

$$\Delta P_c(f_i) = 0.605$$

であった。

3. 第3の調整機構T3によりT3調整群に調整量 $\Delta T3$ を与える。

4. 短焦点距離端と長焦点距離端の両方の焦点距離において焦点位置が像面に一致するまで上記ステップ1とステップ2を繰り返す。

【0024】第2の方法

1. 短焦点距離端(S)、中間焦点距離(M)及び長焦点距離端(L)の焦点位置(像面位置15からのずれ

量) $\Delta P(f_i)$ 、 $\Delta P(f_i)$ 及び $\Delta P(f_i)$ を測定する。

$$\Delta P(f_i) = 0.824$$

$$\Delta P(f_i) = 2.000$$

$$\Delta P(f_i) = 3.100$$

2. 上記式4及び5を用い、T1調整量 $\Delta t1$ 、T2調整量 $\Delta t2$ 及びT3調整量 $\Delta t3$ を求める。

$$T1 \text{ 調整量 } \Delta t1 = -0.752$$

$$T2 \text{ 調整量 } \Delta t2 = 0.867$$

$$T3 \text{ 調整量 } \Delta t3 = -0.545$$

3. T1調整群、T2調整群及びT3調整群をこの調整量だけ移動させる。

【0025】【具体例3】表3は、図3のズームレンズ系に対応する具体例3のズームレンズデータである。

【表3】

全系のデータ

	S	M	L
f =	36.12	70.00	102.04
FNO =	3.6	3.6	3.6

各群のデータ

群No. 各群 f

各群倍率

		S	M	L
1	79.770	0.000	0.000	0.000
2	-21.354	-0.438	-0.685	-0.946
3	84.295	3.637	3.005	2.912
4	51.844	-0.284	-0.426	-0.464

各群ピント感度

		S	M	L
1		0.205	0.769	1.634
2		0.862	0.870	0.192
3		-0.986	-1.457	-1.610
4		0.919	0.819	0.785

【0026】以上のズームレンズ系において、第1群はT1調整群（第1の調整機構T1）、第2群はT3調整群（第3の調整機構T3）であり、全レンズ群がT2調整群（第2の調整機構T2）である。このズームレンズ系において、上記第1の方法と第2の方法は、次のように具体的に実行される。

第1の方法

1. ステップ1ないしステップ3を実行して、長焦点距離端と短焦点距離端の像面位置を一致させた後、中間焦点距離における焦点ずれ量を測定する。

$$\Delta P(f_i) = 0.079$$

2. 式1、2及び3に基づき、T3調整群移動量 $\Delta T3$ を求める。

$$\Delta T3 = -0.288$$

このときの中間焦点距離膨らみ補正感度 $\Delta Pc(f_i)$ は、

$$\Delta Pc(f_i) = 0.272$$

であった。

3. 第3の調整機構T3によりT3調整群に調整量 $\Delta T3$ を与える。

4. 短焦点距離端と長焦点距離端の両方の焦点距離において焦点位置が像面に一致するまで上記ステップ1とステップ2を繰り返す。

【0027】第2の方法

1. 短焦点距離端（S）、中間焦点距離（M）及び長焦点距離端（L）の焦点位置（像面位置15からのずれ量） $\Delta P(f_i)$ 、 $\Delta P(f_i)$ 及び $\Delta P(f_i)$ を測定する。

$$\Delta P(f_i) = 0.361$$

$$\Delta P(f_i) = 0.700$$

$$\Delta P(f_i) = 1.020$$

2. 上記式4及び5を用い、T1調整量 $\Delta t1$ 、T2調整量 $\Delta t2$ 及びT3調整量 $\Delta t3$ を求める。

$$T1 \text{ 調整量 } \Delta t1 = -0.597$$

$$T2 \text{ 調整量 } \Delta t2 = 0.010$$

$$T3 \text{ 調整量 } \Delta t3 = -0.288$$

3. T1調整群、T2調整群及びT3調整群をこの調整量だけ移動させる。

10 【0028】図4は、本発明を適用するズームレンズ鏡筒の具体的構造例を示している。このズームレンズ鏡筒は、図1のズームレンズ系に対応する一眼レフカメラ用の交換レンズで、物体側から順に、第1レンズ群11、第2レンズ群12、第3レンズ群13及び第4レンズ群14の4レンズ群からなっている。カメラボディに着脱されるレンズマウント環50には、スペーサリング51を介してマウント固定外環52が固定されており、このマウント固定外環52に、マウント固定内環53が固定されている。第4レンズ群14は、このマウント固定内環53に固定されている。

20 【0029】マウント固定内環53には、その先端部に、細密ねじ54を介してフォーカス環55が螺合されており、第1レンズ群11を固定した第1レンズ枠56は、スペーサリング57を介して、このフォーカス環55の位置規制フランジ55fに当て付け固定されている。フォーカス環55には、位置規制凹部55sが形成されており、マウント固定外環52には、この位置規制凹部55sと係合して、該フォーカス環55の光軸方向の進退位置を規制するストッパピン59が固定されている。

30 【0030】第2レンズ群12は第2レンズ枠60に固定され、第3レンズ群13は第3レンズ枠61に固定されている。第2レンズ枠60は、スペーサリング62を介して、フォロアリング63に固定されており、このフォロアリング63と第3レンズ枠61には、それぞれ径方向のフォロアピン64、65が固定されている。フォロアピン64、65は、マウント固定内環53に形成した光軸と平行な直進案内溝53aを通してマウント固定内環53の外側に突出し、該内環53の外側に回転自在に嵌めたカム環66のカム溝67、68に嵌まっている。カム環66は、径方向ピン69によって、マウント固定外環52の外周に嵌めたズーム環70と結合されており、常時ズーム環70と一体に回転する。66sは、カム環66の光軸方向移動を防ぐ、マウント固定内環53に嵌めた抜け止めリングである。

40 【0031】上記構成のズームレンズ鏡筒は、ズーム環70を回転駆動すると、径方向ピン69を介してカム環66が回転し、カム溝67、68及び直進案内溝53aを介して、フォロアリング63（第2レンズ群12）、

50 第3レンズ枠61（第3レンズ群13）が光軸方向に所

定の軌跡で移動してズームINGがなされる。また、フォーカス環55を回動させることにより、細密ねじ54に従い、第1レンズ群56（第1レンズ群11）が回動しつつ光軸方向に進退し、フォーカシングがなされる。

【0032】以上のズームレンズ鏡筒において、スペーサリング57は第1の調整機構T1に相当し、スペーサリング51は第2の調整機構T2に相当し、スペーサリング62は第3の調整機構T3に相当する。組立調整時に、これらスペーサリング57、51及び62の厚さを変えることにより、第1レンズ群11、第1レンズ群11～第4レンズ群14の全体、及び第2レンズ群12の光軸方向の位置を調節することができる。よって、本発明の調整方法を実行することができる。

【0033】図4は、図1のズームレンズ系に対応するズームレンズ鏡筒の具体例であるが、図2、図3のズームレンズ系についても、同様のズームレンズ鏡筒が知られており、具体例の図示は省略する。勿論、図4に示したズームレンズ鏡筒は一例であり、本発明は、図4の具体的構造に限定されない。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、特に3群以上のレンズ群を有するズームレンズ系において、ズーム調整を機械的に正確に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるズームレンズ系の調整方法の第一の実施形態を示す概念図である。

【図2】本発明によるズームレンズ系の調整方法の第二の実施形態を示す概念図である。

【図3】本発明によるズームレンズ系の調整方法の第三の実施形態を示す概念図である。

【図4】本発明によるズームレンズ系の調整方法を実現するためのズームレンズ鏡筒の一例を示す上半断面図である。

【符号の説明】

T1 第1の調整機構

T2 T2' 第2の調整機構

T3 T3' 第3の調整機構

11 第1レンズ群

12 第2レンズ群

13 第3レンズ群

14 第4レンズ群

15 設計上の像面位置（カメラのビント面位置）

21 第1レンズ群

22 第2レンズ群

23 第3レンズ群

24 第4レンズ群

31 第1レンズ群

32 第2レンズ群

33 第3レンズ群

34 第4レンズ群

50 レンズマウント環

51 スペーサリング（第2の調整機構）

52 マウント固定外環

53 マウント固定内環

53a 直進案内溝

20 54 細密ねじ

55 フォーカス環

55s 位置規制凹部

55f 位置規制フランジ

56 第1レンズ枠

57 スペーサリング（第1の調整機構）

59 ストップビン

60 第2レンズ枠

61 第3レンズ枠

62 スペーサリング（第3の調整機構）

30 63 フォロアリング

64 65 フォロアピン

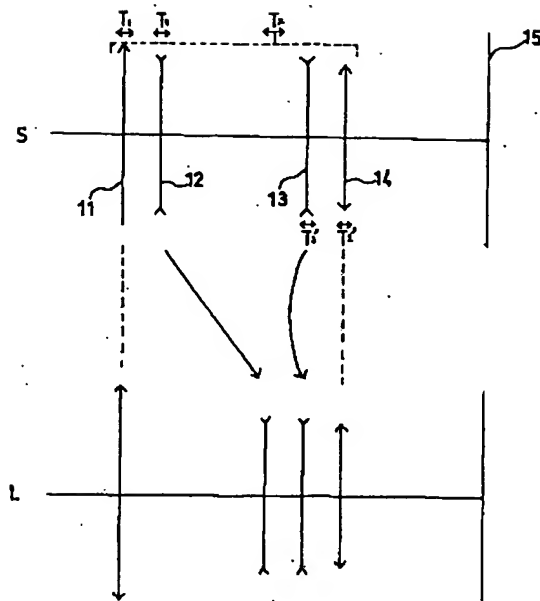
66 カム環

67 68 カム溝

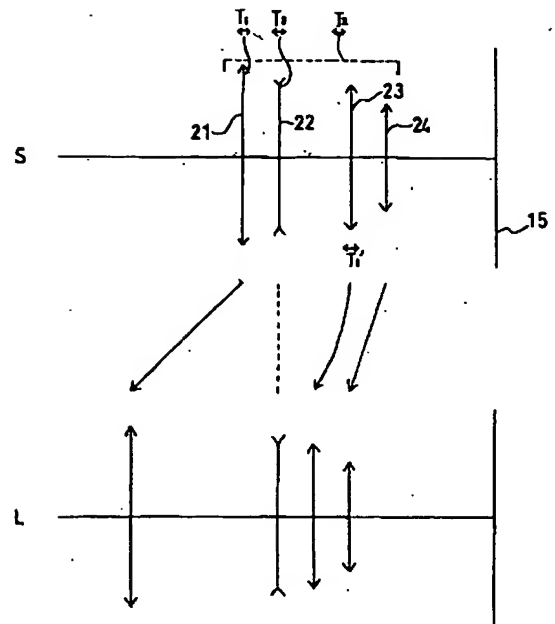
69 径方向ピン

70 ズーム環

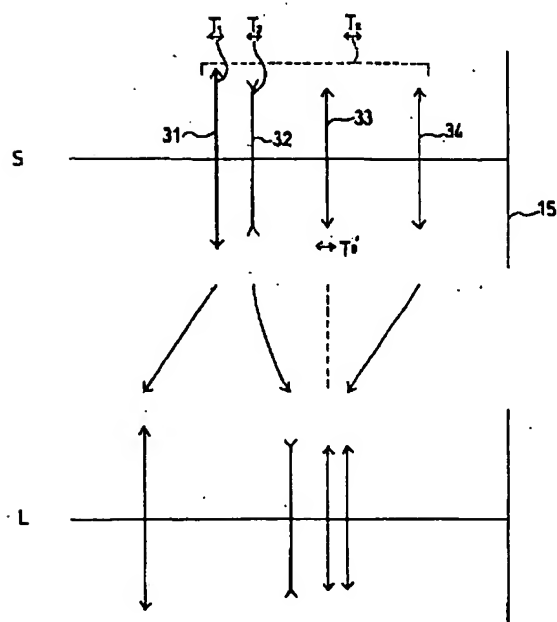
【图 1】



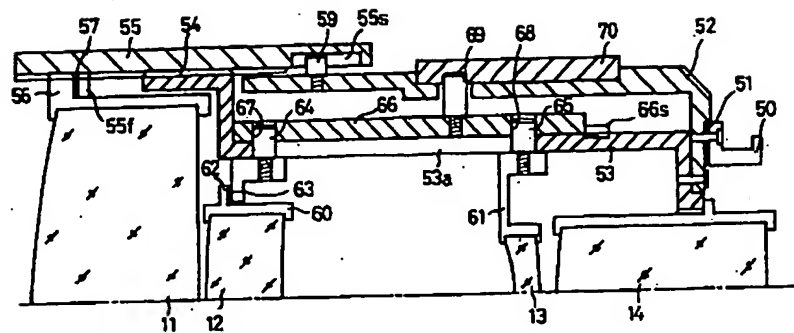
【图2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 浜崎 拓司

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

Fターム(参考) 2H044 AC01 EF04

2H087 SA23 SA26 SA29 SA33